

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-137124

(43)Date of publication of application : 14.05.2002

(51)Int.Cl.

B23H 7/10  
B65H 69/00

(21)Application number : 2000-329294

(71)Applicant : SODICK CO LTD

(22)Date of filing : 27.10.2000

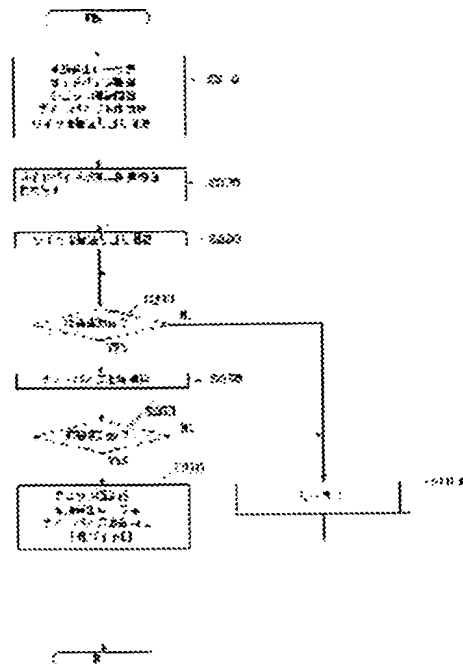
(72)Inventor : SAKAGUCHI MASASHI

### (54) AUTOMATIC CONNECTION DEVICE FOR WIRE ELECTRODE AND AUTOMATIC CONNECTION METHOD

#### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an automatic connection device and an automatic connection method for a wire electrode capable of shortening automatic connection time of the wire electrode by corresponding to form of automatic connection.

**SOLUTION:** Automatic connection by a first mode giving priority to shortening of connection time and automatic connection by a second mode giving priority to a connection success rate are selected and done by distinguishing adhesion connection and aerial connection corresponding to form of automatic connection and setting them. At the first mode, when a guide pipe lowers and the wire electrode is fed, operation of both of them is adjusted in advance so as to feed the wire electrode even if the wire electrode is not clamped. Since operation of related devices is omitted and these devices can be simultaneously operated, automatic connection time can be shortened. Moreover, automatic connection time can be shortened by starting the rise of the guide pipe when insertion succeeds at the first mode. At the second mode, secure connection operation is done by aerial connection.



#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-137124

(P2002-137124A)

(43) 公開日 平成14年5月14日 (2002.5.14)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-コ-ド (参考)

B 2 3 H 7/10

B 2 3 H 7/10

A 3 C 0 5 9

F

B 6 5 H 69/00

B 6 5 H 69/00

W

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2000-329294(P2000-329294)

(22) 出願日 平成12年10月27日 (2000.10.27)

(71) 出願人 000132725

株式会社ソディック

神奈川県横浜市都筑区仲町台3丁目12番1号

(72) 発明者 坂口 昌志

福井県坂井郡坂井町長屋78番地 株式会社  
ソディック福井事業所内

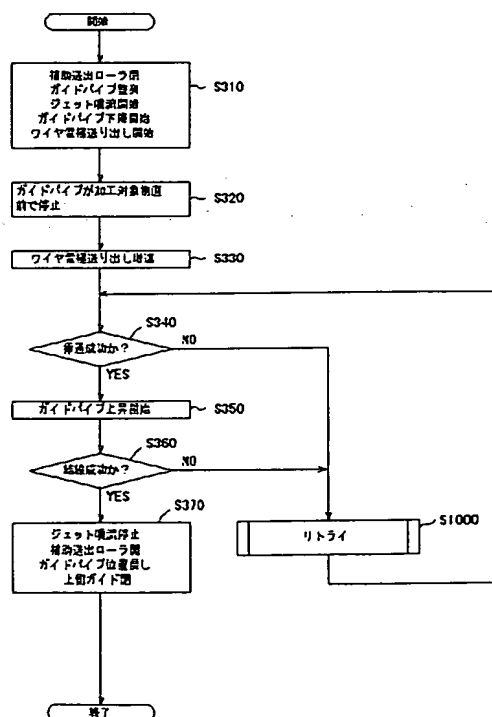
Fターム(参考) 3C059 AA01 AB05 DA06 FB01 FB08  
FB09 FB11 FB17 FD07

(54) 【発明の名称】 ワイヤ電極の自動結線装置とその自動結線方法

(57) 【要約】

【課題】 自動結線の態様に対応して、ワイヤ電極の自動結線時間を短縮することができる、ワイヤ電極の自動結線装置とその自動結線方法を提供する。

【解決手段】 自動結線の態様に対応する、密着結線と空中結線とを区別して設定可能にして、結線時間短縮を優先した第1モードによる自動結線と、結線成功率を優先した第2モードによる自動結線とを選択して行えるようにする。第1モードでは、ガイドパイプが下降するとともにワイヤ電極が送り出されるときに、ワイヤ電極をクランプしなくてもワイヤ電極が送り出されるようにあらかじめ両者の動作を調整する。関係装置の動作を省くとともにそれらの装置の同時動作を行えるので、自動結線時間の短縮化を図ることができる。また、第1モードで、挿通成功したときにガイドパイプが上昇開始するようにして、自動結線時間の短縮化を図ることもできる。第2モードは、空中結線で確実な結線動作を行う。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ワイヤ電極を上側ワイヤガイド装置から下側ワイヤガイド装置に自動的に挿通するときに、昇降可能なガイドパイプからジェット噴流を噴出して結線するワイヤ電極の自動結線装置であって、前記ワイヤ電極を前記下側ワイヤガイド装置に送り出す送出手段と、前記ガイドパイプとともに昇降するクランプ装置と、前記ガイドパイプ内に液体を噴出する噴流手段と、前記送出手段、前記昇降手段、および前記噴流手段を制御する制御手段とを含むワイヤ電極の自動結線装置において、前記制御手段が、自動結線の態様に対応する、密着結線と空中結線とを選択可能に設定する設定手段と、前記設定手段の設定結果に基づいて、結線時間短縮を優先した第1モードと、結線成功率を優先した第2モードとを選択する選択手段とを含み、

前記制御手段が、前記第1モードを選択したときに、前記ジェット噴流を噴出する動作と、前記ガイドパイプが前記クランプ装置の開閉を伴わずに1つのあらかじめ設定した下降位置に下降する動作と、前記ワイヤ電極を送り出す動作とを略同時に進行させる一方、前記第2モードを選択したときに、前記ジェット噴流を噴出する動作と、前記クランプ装置の開閉動作と、前記ガイドパイプが任意に設定した下降位置に下降する動作と、前記ワイヤ電極を送り出す動作とを進行させることを特徴とするワイヤ電極の自動結線装置。

【請求項2】 請求項1記載のワイヤ電極の自動結線装置のワイヤ電極の自動結線方法において、自動結線の態様に対応する、密着結線と空中結線とを選択可能に設定する設定手順と、

前記設定に基づいて、結線時間短縮を優先した第1モードと、結線成功率を優先した第2モードとを選択する選択手順と、

前記第1モードが選択されたときに、前記ジェット噴流を噴出する動作と、前記ガイドパイプが前記クランプ装置の開閉を伴わずに1つのあらかじめ設定した下降位置に下降する動作と、前記ワイヤ電極を送り出す動作とを略同時に進行させる手順と、

前記第2モードが選択されたときに、前記ジェット噴流を噴出する動作と、前記クランプ装置の開閉動作と、前記ガイドパイプが任意の設定した下降位置に下降する動作と、前記ワイヤ電極を送り出す動作とを進行させる手順と、を含むことを特徴とするワイヤ電極の自動結線方法。

【請求項3】 請求項1に記載のワイヤ電極の自動結線装置に加えて、

前記ワイヤ電極の挿通成功を検出する挿通成功判断手段と、結線完了を検出する結線成功判断手段とを含み、

前記制御手段が、前記第1モードを選択したときに、前記ジェット噴流を噴出する動作と、前記ガイドパイプが前記クランプ装置の開閉を伴わずに1つのあらかじめ設

2

定した下降位置に下降する動作と、前記ワイヤ電極を送り出す動作とを略同時に進行させ、前記ワイヤ電極が前記挿通成功判断手段を通過したときに、前記ガイドパイプを上昇させる動作を開始する一方、

前記第2モードを選択したときに、前記ジェット噴流を噴出する動作と、前記クランプ装置の開閉動作と、前記ガイドパイプが任意の設定した下降位置に下降する動作と、前記ワイヤ電極を高速で送り出す動作とを進行させ、前記ワイヤ電極が前記結線成功判断手段を通過したときに、前記ガイドパイプを上昇させる動作を開始することを特徴とするワイヤ電極の自動結線装置。

【請求項4】 請求項3記載のワイヤ電極の自動結線装置のワイヤ電極の自動結線方法において、自動結線の態様に対応する、密着結線と空中結線とを選択可能に設定する設定手順と、

前記設定に基づいて、結線時間短縮を優先した第1モードと、結線成功率を優先した第2モードとを選択する選択手順と、

前記第1モードが選択されたときに、前記ジェット噴流を噴出する動作と、前記ガイドパイプが前記クランプ装置の開閉を伴わずに1つのあらかじめ設定した下降位置に下降する動作と、前記ワイヤ電極を送り出す動作とを略同時に進行させ、さらに前記ワイヤ電極が前記挿通成功判断手段を通過したときに、前記ガイドパイプが上昇する動作を開始する手順と、

前記第2モードが選択されたときに、前記ジェット噴流を噴出する動作と、前記クランプ装置の開閉動作と、前記ガイドパイプが任意の設定した下降位置に下降する動作と、前記ワイヤ電極を送り出す動作とを進行させ、前記ワイヤ電極が前記結線成功判断手段を通過したときに、前記ガイドパイプを上昇させる動作を開始する手順と、を含むことを特徴とするワイヤ電極の自動結線方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、昇降可能なガイドパイプからジェット噴流を噴出して上側ワイヤガイド装置から下側ワイヤガイド装置にワイヤ電極を自動的に挿通して結線するワイヤ電極の自動結線装置とその自動結線方法に関する。

【0002】

【従来の技術】加工対象物に形成された挿入孔にワイヤ電極の先端を挿入し、このワイヤ電極の先端を巻取りローラに巻き取らせてワイヤ電極を自動的に結線するワイヤ電極の自動結線装置（自動供給装置；自動挿入装置）を備えるワイヤカット放電加工機が知られている。この種の自動結線装置の中には、自動結線するときに昇降可能なガイドパイプからジェット噴流を噴出して、ワイヤ電極を噴流液中に拘束して進出させる自動結線装置がある。この自動結線装置では、結線時に上側ワイヤガイド

10

20

30

40

50

3

装置が加工対象物から離れていても、ガイドパイプを加工対象物に可能な限り接近させることによって、ワイヤ電極を上側ワイヤガイド装置から下側ワイヤガイド装置に挿通して結線することができる。また、この自動結線装置では、加工対象物の存在しない空中であっても、ワイヤ電極を上側ワイヤガイド装置から下側ワイヤガイド装置に挿通して結線することができる。

【0003】このようなワイヤ電極の自動結線装置では、ワイヤ電極の先端が挿入孔に入らなかったり、挿入孔の途中に引っ掛かったり、下側ワイヤガイドを通過できなかつたりなどして、ワイヤ電極を機外に排出する巻取りローラにワイヤ電極が到達できず、自動結線に失敗することがある。それで、自動結線の成功率が高いことが要求されている。また、放電加工に寄与しない自動結線動作ができるだけ短時間に完了することが要求されている。

【0004】このため、本発明の出願人は、特開平11-077438号公報や特願2000-038226号によって自動結線装置に関する出願をして、自動結線装置の高速化や結線成功率の向上を提案した。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、自動結線の成功率の向上や自動結線時間の短縮の要求は限りなく高い。特に、多数の形状をそれぞれ加工する、いわゆる多数個取り加工では、一つ一つの加工穴においてワイヤ電極の切断・結線を行うので、結線成功率や結線時間が放電加工工数に大きく影響する。

【0006】そこで、この発明の課題は、自動結線の形態によって結線の動作モードが選択できるようにして、上側ワイヤガイド装置が加工対象物に密着できる密着結線の場合に、結線時間の短縮を最優先にした結線モードが選択されて、ワイヤ電極の自動結線に要する時間がより短縮されるワイヤ電極の自動結線装置とその自動結線方法を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】この発明は、以下に記載するような解決手段により、前記課題を解決する。なお、この発明の実施形態図に対応する符号を付して説明するが、この実施形態に限定されるものではない。

【0008】請求項1の発明は、ワイヤ電極(3)を上側ワイヤガイド装置(7)から下側ワイヤガイド装置(8)に自動的に挿通するときに、昇降可能なガイドパイプ(6b)からジェット噴流を噴出して結線するワイヤ電極の自動結線装置であって、前記ワイヤ電極を前記下側ワイヤガイド装置に送り出す送出手段(4)と、前記ガイドパイプとともに昇降するクランプ装置(6a)と、前記ガイドパイプ内に液体を噴出する噴流手段(6f)と、前記送出手段、前記昇降手段、および前記噴流手段を制御する制御手段(12)とを含むワイヤ電極の自動結線装置において、前記制御手段が、自動結線の態

4

様に対応する、密着結線と空中結線とを選択可能に設定する設定手段(13)と、前記設定手段の設定結果に基づいて、結線時間短縮を優先した第1モードと、結線成功率を優先した第2モードとを選択する選択手段(15)とを含み、前記制御手段が、前記第1モードを選択したときに、前記ジェット噴流を噴出する動作と、前記ガイドパイプが前記クランプ装置の開閉を伴わずに1つのあらかじめ設定した下降位置に下降する動作と、前記ワイヤ電極を送り出す動作とを略同時に進行させる一方、前記第2モードを選択したときに、前記ジェット噴流を噴出する動作と、前記クランプ装置の開閉動作と、前記ガイドパイプが任意に設定した下降位置に下降する動作と、前記ワイヤ電極を送り出す動作とを進行させることを特徴とするワイヤ電極の自動結線装置である。

【0009】請求項2の発明は、請求項1記載のワイヤ電極の自動結線装置のワイヤ電極の自動結線方法において、自動結線の態様に対応する、密着結線と空中結線とを選択可能に設定する設定手順と、前記設定に基づいて、結線時間短縮を優先した第1モードと、結線成功率を優先した第2モードとを選択する選択手順と、前記第1モードが選択されたときに、前記ジェット噴流を噴出する動作と、前記ガイドパイプが前記クランプ装置の開閉を伴わずに1つのあらかじめ設定した下降位置に下降する動作と、前記ワイヤ電極を送り出す動作とを略同時に進行させる手順と、前記第2モードが選択されたときに、前記ジェット噴流を噴出する動作と、前記クランプ装置の開閉動作と、前記ガイドパイプが任意の設定した下降位置に下降する動作と、前記ワイヤ電極を送り出す動作とを進行させる手順とを含むことを特徴とするワイヤ電極の自動結線である。

【0010】請求項3の発明は、請求項1に記載のワイヤ電極の自動結線装置に加えて、前記ワイヤ電極の挿通成功を検出する挿通成功判断手段(5、9a、9b、)と、結線完了を検出する結線成功判断手段(5、10a、10c、)とを含み、前記制御手段が、前記第1モードを選択したときに、前記ジェット噴流を噴出する動作と、前記ガイドパイプが前記クランプ装置の開閉を伴わずに1つのあらかじめ設定した下降位置に下降する動作と、前記ワイヤ電極を送り出す動作とを略同時に進行させ、前記ワイヤ電極が前記挿通成功判断手段を通過したときに、前記ガイドパイプを上昇させる動作を開始する一方、前記第2モードを選択したときに、前記ジェット噴流を噴出する動作と、前記クランプ装置の開閉動作と、前記ガイドパイプが任意の設定した下降位置に下降する動作と、前記ワイヤ電極を高速で送り出す動作とを進行させ、前記ワイヤ電極が前記結線成功判断手段を通過したときに、前記ガイドパイプを上昇させる動作を開始することを特徴とするワイヤ電極の自動結線装置である。

【0011】請求項4の発明は、請求項3記載のワイヤ

5

電極の自動結線装置のワイヤ電極の自動結線方法において、自動結線の態様に対応する、密着結線と空中結線とを選択可能に設定する設定手順と、前記設定に基づいて、結線時間短縮を優先した第1モードと、結線成功率を優先した第2モードとを選択する選択手順と、前記第1モードが選択されたときに、前記ジェット噴流を噴出する動作と、前記ガイドパイプが前記クランプ装置の開閉を伴わずに1つのあらかじめ設定した下降位置に下降する動作と、前記ワイヤ電極を送り出す動作とを略同時に進行させ、さらに前記ワイヤ電極が前記挿通成功判断手段を通過したときに、前記ガイドパイプが上昇する動作を開始する手順と、前記第2モードが選択されたときに、前記ジェット噴流を噴出する動作と、前記クランプ装置の開閉動作と、前記ガイドパイプが任意の設定した下降位置に下降する動作と、前記ワイヤ電極を送り出す動作とを進行させ、前記ワイヤ電極が前記結線成功判断手段を通過したときに前記ガイドパイプを上昇させる動作を開始する手順とを含むことを特徴とするワイヤ電極の自動結線方法である。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明の実施形態について詳しく説明する。図1は、この発明の実施形態に係るワイヤ電極の自動結線装置を備えるワイヤカット放電加工装置の構成図である。

【0013】ワイヤカット放電加工装置1は、加工対象物2とワイヤ電極3との間の放電現象を利用して、加工対象物2を所定の加工形状に切断し加工する装置である。ワイヤカット放電加工装置1は、図示しない加工用電源装置からパルス電圧が供給される。ワイヤカット放電加工装置1は、図1に示すように、ワイヤ電極供給装置4と、テンション検出装置5と、自動結線装置本体6と、上側ワイヤガイド装置7と、下側ワイヤガイド装置8と、下側送出装置9と、排出装置10と、回収装置11とを備えている。

【0014】加工対象物2は、所定の加工形状に放電加工される工作物（被加工物）である。加工対象物2は、上側ワイヤガイド装置7と下側ワイヤガイド装置8との間のワイヤ放電加工領域においてワイヤ電極3により放電加工される。加工対象物2は、X軸方向およびY軸方向に移動する図示しないテーブル上に搭載され固定されており、このテーブルを駆動する図示しないX軸駆動モータおよびY軸駆動モータによって水平面内で位置決めされる。加工対象物2には、ワイヤ電極3を挿入するための加工開始孔や加工溝などの挿入孔2aが形成されている。

【0015】ワイヤ電極3は、材質が黄銅、タングステンなどからなり、直径（ワイヤ径）が0.03mm～0.35mm程度の工具電極である。ワイヤ電極3は、供給手段4から供給されてテンション検出装置5および自動結線装置本体6を通過した後に、上側ワイヤガイド

6

装置7と下側ワイヤガイド装置8との間でガイドされて下側送出装置9を通過し、排出装置10から排出されて回収装置11に回収される。

【0016】ワイヤ電極供給装置4は、ワイヤ電極3を供給する装置である。ワイヤ電極供給装置4は、ワイヤボビン4aと、ブレーキ4bと、方向変換ローラ4c、4d、4eと、送出ローラ4fと、送出モータ4gと、ピンチローラ4h、4i、4jと、補助送出ローラ4kと、補助送出モータ4mと、ピンチローラ4nと、開閉機構部4pと、座屈検出装置4qとを備えている。ワイヤ電極供給装置4は、ワイヤボビン4aに巻き回されたワイヤ電極3を繰り出して自動結線装置本体6に向けて供給する。

【0017】ワイヤボビン4aは、ワイヤ電極3が巻き回された巻取り部材である。ブレーキ4bは、送出ローラ4fが停止したときに、ワイヤボビン4aが慣性で回転してワイヤ電極3が弛むのを防止する装置である。方向変換ローラ4c、4d、4eは、ワイヤボビン4aと送出ローラ4fとの間でワイヤ電極3の送り出し方向を変更する従動ローラである。

【0018】送出ローラ4fは、自動結線装置本体6にワイヤ電極3を送り出す駆動ローラである。送出モータ4gは、送出ローラ4fを駆動するサーボモータである。送出モータ4gは、回転角度を電気信号（回転角度信号）に変換して制御装置12に出力するエンコーダなどを備えている。ピンチローラ4h、4i、4jは、ワイヤ電極3が所定の巻き掛け角度で送出ローラ4fに巻き付くようにワイヤ電極3を押し付けて、送出ローラ4fに対するワイヤ電極3の滑りを防止する従動ローラである。

【0019】補助送出ローラ4kは、自動結線装置本体6にワイヤ電極3を送り出す補助駆動ローラである。補助送出ローラ4kは、ワイヤ電極を送り出す方向にのみ回転を許容する一方向クラッチ（図示せず）を介して、補助送出モータ4mに接続されている。補助送出モータ4mは、補助送出ローラ4kを駆動するモータである。補助送出モータ4mは、ワイヤ電極3が弛まない最小限のトルクを発生するACモータなどである。ピンチローラ4nは、補助送出ローラ4kとの間にワイヤ電極3を挟み込んで回転する従動ローラである。補助送出ローラ4kは、それ自体として送出ローラ4fでワイヤ電極3を送り出すときのワイヤ電極3の送り出し速度以上で回転しようとするものであるが、出力トルクが小さいので、ワイヤ電極3と同じ速度で回転し、その結果、送出ローラ4fと補助送出ローラ4kとの間でワイヤ電極3が弛まないようにしている。このような構成によって、補助送出ローラ4kより下流のテンション変化をその上流のテンション検出装置5が検出できる。

【0020】開閉機構部4pは、補助送出ローラ4kとピンチローラ4nとを開閉する装置である。開閉機構部

10

20

30

40

50

7

4 p は、ピンチローラ 4 n をスライドさせて補助送出ローラ 4 k とピンチローラ 4 n を接触および離間させるエアシリンダである。開閉機構部 4 p は、ワイヤ電極 3 を挿入孔 2 a に挿入するときには、補助送出ローラ 4 k とピンチローラ 4 n とを接触させ、ワイヤ電極 3 を巻き戻すときには、補助送出ローラ 4 k が一方方向クラッチによって逆転しないために、補助送出ローラ 4 k とピンチローラ 4 n とを離間させる。

【0021】座屈検出装置 4 q は、ワイヤ電極 3 の座屈（撓み）を検出する装置である。座屈検出装置 4 q は、ワイヤ電極 3 が真直な状態で通過するときに接触しない、充分な大きさの内径を有するリング状の導電体を有しており、ワイヤ電極 3 が座屈して撓んだときに導電体と接触して電氣的に短絡することを座屈として検出し、座屈検出信号を制御装置 1 2 に出力する。ワイヤ電極 3 が送られている間中、座屈検出信号が監視される。

【0022】テンション検出装置 5 は、ワイヤ電極 3 のテンションを検出する装置である。テンション検出装置 5 は、ガイドローラ 5 a と、板ばね 5 b と、歪みゲージ 5 c とを備えている。ガイドローラ 5 a は、送出ローラ 4 f と補助送出ローラ 4 k との間でワイヤ電極 3 と接触しつつ回転する従動ローラであり、板ばね 5 b はガイドローラ 5 a を回転自在に片持ち支持する部材である。歪みゲージ 5 c は、ワイヤ電極 3 のテンションが変動したときに、板ばね 5 b に生ずる曲げによる歪みを電気信号に変換する機械電気変換素子である。歪みゲージ 5 c は、ワイヤ電極 3 に加わるテンションに応じたテンション検出信号を制御装置 1 2 に出力する。

【0023】自動結線装置本体 6 は、加工対象物 2 に形成された挿入孔 2 a にワイヤ電極 3 を自動的に挿入して結線する装置である。自動結線装置本体 6 は、ワイヤ電極供給装置 4 が送り出すワイヤ電極 3 の先端部を上側ワイヤガイド装置 7 から下側ワイヤガイド装置 8 に挿入する。自動結線装置本体 6 は、一つの加工対象物 2 に所定の加工形状を連続して多数個加工するときに、ワイヤ電極 3 の先端部を次の挿入孔に自動的に挿入したり、放電加工中にワイヤ電極 3 が断線したときに、ワイヤ電極 3 の先端部を所定の位置で自動的に挿入する。また、ワイヤ電極 3 を最初にセットするときに、加工対象物 2 が存在しない空間でワイヤ電極 3 を下側ワイヤガイド装置に自動結線することもある。自動結線装置本体 6 は、クランプ装置 6 a と、ガイドパイプ 6 b と、座屈検出装置 6 c と、昇降台 6 d と、昇降装置 6 e と、噴流供給装置 6 f と、切断装置 6 g と、切断片排出装置 6 h と、ブローセンサ 6 i とを備えている。

【0024】クランプ装置 6 a は、ワイヤ電極 3 をクランプおよびクランプ解除する装置で、ガイドパイプ 6 b と一体に昇降する。クランプ装置 6 a は、エアシリンダなどによって開閉される。ガイドパイプ 6 b は、ワイヤ電極 3 をガイドする部材である。ガイドパイプ 6 b は、

8

結線動作時に下端部（開口部）から液体（ジェット噴流）を噴射してガイドパイプ 6 b の中心軸線上にワイヤ電極 3 を拘束し、ワイヤ電極 3 を挿入孔 2 a に向けて送り出すとともに、ガイドパイプ 6 b 内でワイヤ電極 3 が引っ掛かり座屈するのを防止する。座屈検出装置 6 c は、座屈検出装置 4 q と同一構造の部材である。昇降台 6 d は、クランプ装置 6 a 、ガイドパイプ 6 b および座屈検出装置 6 c を支持する部材である。昇降装置 6 e は、昇降台 6 d を昇降する装置であり、昇降台 6 d を上下方向（Z 軸方向）に駆動するエアシリンダまたはモータなどである。

【0025】噴流供給装置 6 f は、ガイドパイプ 6 b 内に流体を供給するポンプである。切断装置 6 g は、ワイヤ電極 3 の先端部を切断する装置である。切断装置 6 g は、ガイドパイプ 6 b が最上位に位置するときに、このガイドパイプ 6 b の下端部と略一致する位置に設置されている。切断片排出装置 6 h は、切断装置 6 g が切断したワイヤ電極 3 の切断片を排出する装置である。ブローセンサ 6 i は、ワイヤ電極 3 を巻き上げたときに、ワイヤ電極 3 の移動方向と交差する方向にエアを噴射する。ブローセンサ 6 i は、エアの噴射によってワイヤ電極 3 の先端部が図示しない接触部と接触しているときにワイヤ電極 3 の先端がこの位置に存在することを検出して、先端検出信号を制御装置 1 2 に出力する。

【0026】上側ワイヤガイド装置 7 は、加工対象物 2 の上側でワイヤ電極 3 をガイドする装置である。上側ワイヤガイド装置 7 は、ワイヤボビン 4 a 、方向変換ローラ 4 c を除く供給装置 4 、テンション検出装置 5 、および自動結線装置本体 6 と一体に、図示しないテーパ装置の U 軸駆動モータおよび V 軸駆動モータによって U 軸方向および V 軸方向に駆動されて水平面内で位置決めされる。この機能は、テーパ加工する際に最も多く利用される。上側ワイヤガイド装置 7 は、通電体 7 a と、上側ワイヤガイド 7 b 、 7 c と、開閉機構部 7 d とを備えている。上側ワイヤガイド装置 7 の下端にはノズル 7 n を備えている。通電体 7 a は、放電加工中にワイヤ電極 3 と接触して放電加工パルス電圧を供給する部材である。上側ワイヤガイド 7 b 、 7 c は、ワイヤ電極 3 を移動自在にガイドする割りガイドであり、上側ワイヤガイド 7 b が固定されており、上側ワイヤガイド 7 c が上側ワイヤガイド 7 b に対して移動可能である。上側ワイヤガイド 7 b 、 7 c は、ワイヤ電極 3 の直径よりも僅かに大きい通過孔を有し、ワイヤ電極 3 をこの通過孔に通過させて高精度に位置決めする。上側ワイヤガイド 7 c は、結線動作時にガイドパイプ 6 b が通過可能なように開く。開閉機構部 7 d は、通電体 7 a および割りガイド 7 c を水平方向にスライドさせるエアシリンダである。上記構成では、上側ワイヤガイド 7 b 、 7 c が閉じたときの通過孔中心と、開いたときの通過孔中心位置とがわずかではあるが位置ずれする。それで、自動結線動作の際に、ガ

9

イドパイプ6bが開いた上側ワイヤガイド7b、7cの通過孔中心位置で昇降できるように、ガイドパイプ6bの取り付け位置は、閉じた上側ワイヤガイド7b、7cの中心位置、すなわち上側ワイヤガイド装置7の中心位置からオフセットされている。

【0027】下側ワイヤガイド装置8は、加工対象物2の下側でワイヤ電極3をガイドする装置である。下側ワイヤガイド装置8は、通電体8aと下側ワイヤガイド8bとを備えている。下側ワイヤガイド装置8の下端にはノズル8nを備えている。通電体8aは、通電体7aと同一構造の部材である。下側ワイヤガイド8bは、ワイヤ電極3を移動自在にガイドする、固定ダイスガイドである。

【0028】下側送出装置9は、挿入孔2aに挿入されたワイヤ電極3を排出装置10に送り出す装置である。下側送出装置9は、方向変換ローラ9aとスイングローラ9bとを備えている。方向変換ローラ9aは、ワイヤ電極3の送り出し方向を垂直方向から水平方向に変換するローラであり、図示しないノズルから噴射される流体によって推力を受けて回転する。スイングローラ9bは、方向変換ローラ9aと接触および離間するローラである。スイングローラ9bは、結線動作時には、図示しないノズルから噴射される流体によって推力を受けて回転するとともに方向変換ローラ9aと接触して、方向変換ローラ9aとの間でワイヤ電極3の先端部を挟持案内してワイヤ電極3を排出装置10の方向に送り出す。スイングローラ9bは、結線動作終了後に流体の噴射が停止すると方向変換ローラ9aから離間する。なお、方向変換ローラ9aとスイングローラ9bが備えられていない下側送出装置9にあっては、通常、その代わりに2本のベルトの間にワイヤ電極3を挟み込んで排出装置10に送り出すベルト搬出装置が備えられている。公知の装置であるからその図示省略する。

【0029】排出装置10は、ワイヤ電極3を排出する装置である。排出装置10は、巻取りローラ10aと、巻取りモータ10bと、ピンチローラ10cとを備えている。巻取りローラ10aは、回収装置11にワイヤ電極3を送り出す駆動ローラであり、巻取りモータ10bは巻取りローラ10aを駆動するモータである。ピンチローラ10cは、巻取りローラ10aとの間にワイヤ電極3を挟み込み回転する従動ローラである。回収装置11は、ワイヤ電極3を回収する装置である。回収装置11は、排出装置10から排出されたワイヤ電極3を受け取り回収する回収バケット11aを備えている。

【0030】制御装置12は、ワイヤカット放電加工装置1に関する種々の制御を実行するNC制御装置（中央処理装置）である。制御装置12は、自動結線時に、送出モータ4g、補助送出モータ4m、開閉機構部4p、7d、クランプ装置6a、昇降装置6e、噴流供給装置6f、切断装置6g、切断片排出装置6hおよび巻取り

10

モータ10bなどを動作制御する。制御装置12は、所定速度および所定テンションで送出ローラ4fがワイヤ電極3を送り出すように送出モータ4gを動作制御する。また、制御装置12は、ガイドパイプ6bが挿入孔2aの中心に一致するように、図示しないU軸駆動モータおよびV軸駆動モータを動作制御してガイドパイプ6bと上側ワイヤガイド装置7を水平方向に移動させる。制御装置12には、設定部13と、比較部14と、選択部15と、計数部16と、判定部17と、切替部18とが接続されている。

【0031】設定部13は、データを入力する手段とそれらのデータを記憶しておく手段を含み、ワイヤカット放電加工装置1に関する種々の情報が設定される部分である。また、設定部13は、直線や円などの図形要素からなる加工形状、ワイヤ電極3の移動経路、加工手順を決定する数値情報などを作業者が入力したり選択するときに操作する入力装置や、NCプログラムなどを読み取る読み取り装置などを含む。設定部13には、例えば、加工対象物2の厚さ、ワイヤ電極3の直径、ワイヤ電極3の送出速度、テンションなどのパラメータが設定される。また、設定部13には、後に説明する、密着結線と空中結線との自動結線の態様情報、結線動作を継続するか否かを判定する判定基準値、挿通動作が成功したか否かを判定する判定基準値、結線動作が成功したか否かを判定する判定基準値などが設定される。

【0032】比較部14は、例えば、ワイヤ電極3の結線動作のリトライ回数（再結線動作回数）と判定基準値（所定回数）とを比較したり、送出モータ4gが出力する回転角度信号（フィードバックパルス信号）と判定基準値とを比較したり、テンション検出装置5が出力するテンション検出信号（テンション検出値）と判定基準値とを比較したりする部分である。比較部14は、これらの比較結果を制御装置12に伝達する。

【0033】選択部15は、設定部13の設定情報に基づく制御装置12の指令に従って、後に説明する2つの結線動作モードを選択する部分である。選択部15で選択された選択結果は、制御装置12に送られる。

【0034】計数部16は、例えば、ワイヤ電極3の結線動作のリトライ回数を計数したり、送出モータ4gが出力するフィードバックパルス数を計数したりする部分である。計数部16は、これらの計数結果を制御装置12に伝達する。

【0035】判定部17は、リトライ回数が所定回数を超えたか否かを判定する部分である。判定部17は、計数部16が計数したリトライ回数が判定基準値を超えたか否かを判定する。また、判定部17は、送出モータ4gが出力するフィードバックパルス数が判定基準値を超えたか否かを判定するとともに、テンション検出装置5が出力するテンション検出値が判定基準値を超えたか否かを判定する。判定部17は、これらの判定結果を制御

11

装置12に伝達する。

【0036】切替部18は、リトライ回数が所定回数を超えたときに、リトライ回数に応じたリトライモードに切り替える部分である。切替部18は、判定部17の判定結果に基づく制御装置12からの指令に従って制御装置12にリトライモードの切替信号を送る。

【0037】以上に示された各部分は、例えば、セレクトア、コンパレータ、カウンタなどの回路およびその組み合わせで構成されるが、中央処理装置である制御装置12に12に入力装置や記憶装置を組み合わせ、それら各部分の機能を集約して制御装置12に含ませることができ、実施の形態の構成に限らず適宜の変更が可能である。

【0038】ところで、上記のような自動結線装置において、通常、自動結線は、上側ワイヤ装置7のノズル7nが加工対象物2に密着して行われる。この場合、ガイドパイプ6bも加工対象物2の表面に密着した位置まで下降して、ワイヤ電極3が挿入孔2aに進入する確率が高く自動結線の失敗が少ない。

【0039】一方、上側ワイヤ装置7のノズル7nが加工対象物2に密着されない上方の位置から自動結線される場合がある。この場合、ガイドパイプ6bが加工対象物2の表面にできる限り接近した位置まで下降して、ワイヤ電極3が挿入孔2aに進入する確率を高めている。また、加工対象物2が存在しない位置で自動結線される場合もある。この場合にも、ガイドパイプ6bが下側ワイヤガイド装置8の上面のノズルにできる限り接近した位置まで下降して、ワイヤ電極3が下側ワイヤガイド装置に進入する確率を高めている。

【0040】ただし、特別な場合として、上側ワイヤ装置7のノズルが加工対象物2に密着して行われる場合であって、加工対象物2の挿入孔2aの孔径がガイドパイプ6bの外径より大きい場合に、ガイドパイプ6bが加工対象物2の挿入孔2aに挿通されてから結線される場合がある。この場合、この発明では、ガイドパイプ6bが上側ワイヤ装置7のノズル下端より下に突き出されるという点から、後者の場合のような、上側ワイヤ装置7のノズルが加工対象物2に密着されない結線態様にあてはめられるものとする。

【0041】上記2つの結線態様において、前者の結線態様ではガイドパイプ6bが上側ワイヤ装置7のノズル下端位置で停止するのに対して、後者の結線態様では、ガイドパイプ6bが上側ワイヤ装置7のノズル下端より下に突き出される。そしてその突き出し長さは、上側ワイヤ装置7と加工対象物2との間隔、あるいは上側ワイヤ装置7と下側ワイヤ装置8との間隔によって異なる位置に設定される。この相違点を認識して、上記2つの結線態様を、密着結線、空中結線と区別する。

【0042】この発明は、上記のような2つの結線態様において、ガイドパイプ6bの下降位置が一定の位置に設定される場合と任意の位置に設定される場合とがある

12

ことに着目してなされたものである。その特徴は、以下に説明するような2種類の結線モードを選択可能にあらかじめ用意しておくことによって、結線成功率を低下させずに結線時間を短縮できることである。結線モードの選択は、上側ワイヤ装置7のノズルが加工対象物2に密着できるか否か、すなわち密着結線か空中結線かで選択される。選択される第1モード、第2モードについては、以下の動作説明の中で説明される。

【0043】以下、この発明のワイヤ電極の自動結線装置の動作を詳細に説明する。図2は、この発明のワイヤ電極の自動結線装置の動作を説明するためのフローチャートである。

【0044】ステップ（以下、Sとする）100において、自動結線動作が開始される。設定部13には、結線開始前に、第1モード、第2モードのいずれを実行するかが設定されていて、制御装置12がこの情報を取得して選択部15に出力する。また、制御部12は、あらかじめ設定部13で設定された比較基準値を比較部14に出力する。また、制御装置12は、いくつかの既述した判断基準値を取得して、判定部17に出力し、判定部17の判断基準値を設定しておく。

【0045】自動結線動作が開始されるとき、不要なワイヤ電極3があらかじめ排出されている。制御装置12は、例えば、多数個加工時には、次の挿入孔にワイヤ電極3の先端部を挿入するために、ワイヤ電極3を切断装置6gに切断させるとともに、切断された下流側のワイヤ電極3を排出するために巻取りモータ10bを回転動作させる。その結果、ガイドパイプ6bの下端部と略一致する位置でワイヤ電極3が切断されるとともに、巻取りローラ10aおよびピンチローラ10cが回転して切断後のワイヤ電極3が回収装置11に排出される。一方、ワイヤ電極3の断線時には、ワイヤ電極3を排出するために、制御装置12が巻取りモータ10bを回転動作させて、断線したワイヤ電極3を回収装置11に排出する。

【0046】また、ワイヤ電極3の先端部を切断してワイヤ電極の先端を整える、いわゆる先端処理が必要に応じて行われている。制御装置12は、例えば、ワイヤ電極3が加工中に断線したときには、ワイヤ電極3を所定位置まで巻き上げるために送出モータ4gを逆転動作させるとともに、ワイヤ電極3を切断装置6gに切断させて切断片を切断片排出装置6hに排出させる。

【0047】また、上記の不要ワイヤ電極の排出動作、あるいはワイヤ電極3の切断動作終了時には、上側ワイヤガイド7b、7cが開いたままにされている。制御装置12が開閉機構部7dを開閉動作して、通電体7aおよび上側ワイヤガイド7cをスライドする。

【0048】さらにまた、制御装置12は、図示しないX軸駆動モータおよびY軸駆動モータを動作制御して加工対象物2、または上側ワイヤガイド装置7を移動し



13

て、ワイヤ電極3の中心、上側ワイヤガイド装置7、下側ワイヤガイド装置8と、加工対象物2の挿入孔2aを整列しておく。その結果、ワイヤ電極3の中心軸線と挿入孔2aの中心とが一致している。

【0049】以上の準備動作が完了している状態でS200以下が開始される。S200において、密着結線、空中結線もいずれが選択されているかが判断される。密着結線が選択されているときにはS300に進み、空中結線が選択されているときにはS500に進む。制御装置12は、選択部15でいずれが選択されているかを判断させ、切替部18に選択結果を送って自動結線のモードを切り替える。

【0050】図3は、この発明のワイヤ電極の自動結線装置における第1モードの結線動作を示すフローチャートである。また、図4は、第1モードの結線動作状態の過程を説明するための図であり、図4(A)は自動結線を開始した直後の状態を示し、図4(B)はガイドパイプが加工対象物まで下降した状態を示し、図4(C)は挿通成功直後の状態を示し、図4(D)は結線成功直後の状態を示す。

【0051】このステップで実行される第1モードは、上側ワイヤガイド装置7のノズル7nが加工対象物2に密着できる場合に、ガイドパイプ6bを加工対象物2の表面に密着状態になる位置に停止させて、それから下流へはワイヤ電極をジェット噴流で拘束して送り出すモードである。このような結線態様では、ガイドパイプ6bが一定のストロークだけ、しかも少ないストロークだけ下降するので、クランプ装置6aによってワイヤ電極3をクランプしなくてもよい。噴流開始時に、ワイヤ電極3がガイドパイプ6bの上から抜け出すことがないからである。また、ガイドパイプ6bを下降するとともにワイヤ電極3を送り出すときに、ワイヤ電極3がガイドパイプ6bの下降に先行して、ガイドパイプ6bの下端から突き出さないようにあらかじめ調整できるからである。この調整は、後に説明する。

【0052】S300において、第1モードが開始される。選択部15は、設定部13に入力された密着結線の結線態様情報に基づく制御装置12からの指令信号に従って、第1モードを選択して、制御装置12に選択信号を送る。

【0053】S310において、ガイドパイプ6bが整列され、補助送出ローラ4kが閉じられ、ジェット噴流の供給が開始される。図1に示される装置のように、ワイヤ電極3をガイドパイプ6bで案内し、かつ上側ワイヤガイド装置7が片側の上側ワイヤガイド7cだけを移動させる装置の場合では、ガイドパイプ6bが下降したときに上側ワイヤガイド7cと干渉するために、ガイドパイプ6b自体がワイヤ電極の中心軸線から僅かにずれた位置に配置されている。そのため、この実施形態においては、ガイドパイプ6bの中心をワイヤ電極3の中

14

心、すなわち挿入孔2aの中心と一致する位置に位置決めさせる。制御装置12は、図示しないU軸駆動モータおよびV軸駆動モータを動作制御するとともに開閉機構部4pを動作制御し、同時に噴流供給装置6fを起動する。

【0054】また、同じS310において、先の動作と略同時に（厳密にはわずかに遅れて）ガイドパイプ6bが下降するとともにワイヤ電極3が送り出される。制御装置12は、昇降装置6eを動作制御するとともに、送出モータ4gおよび補助送出モータ4mを回転動作させる。補助送出モータ4mはワイヤ電極3の送り出し速度に併せて回転する。その結果、図4(A)に示すように、ガイドパイプ6bが整列され、補助送出ローラ4kが閉じられ、ジェット噴流の供給が開始され、ガイドパイプ6bが下降するとともに、ワイヤ電極3がガイドパイプ6bから突き出さないように送り出される。このとき、ワイヤ電極3をクランプ装置6aによってクランプしなくても、ワイヤ電極3の送り出しがガイドパイプ6bの下降を上回らないようにあらかじめ調整されている。ガイドパイプ6bの下降ストロークが常に一定であるからこの調整は容易である。例えば、図示省略した制御装置12のタイマーによって所定時間遅れてワイヤ電極3の送り出しが開始されるように設定することができる。また、ワイヤ電極3の送り出し長さがガイドパイプ6bの下降距離を下回るようにあらかじめ調整しておくことができる。なお、所定時間遅れてワイヤ電極3の送り出しが開始される場合に、ワイヤ電極3の送り速度が徐々に増速されるようにして、後に説明するステップS330でのワイヤ電極3の高速送りにそのまま移行するようにするとよい。

【0055】S320において、図4(B)に示すように、ガイドパイプ6bが加工対象物2の表面に密着する位置で停止する。制御装置12は、上側ワイヤガイド装置7内に進入したガイドパイプ6bを加工対象物2の表面に密着する位置で停止させる。ワイヤ電極3の送り出しは継続する。

【0056】S330において、ワイヤ電極3の送り出し速度が高速に切り替えられる。制御装置12は、送出モータ4gをより高速に回転するように切り替える。

【0057】S340において、図4(C)に示すように、ワイヤ電極3が挿入孔2aを通過して方向変換ローラ9aとスイングローラ9bとの間に到達したどうか判断される。制御装置12は、ワイヤ電極3がスイングローラ9bに到達したか否かを判断する。以下において、これを挿通成功判断と称する。ワイヤ電極3がスイングローラ9bに到達したと判断されたときにはS350に進み、スイングローラ9bに到達していないと判断されたときには、S1000に進んでリトライ動作が行われる。なお、ワイヤ電極3が送り出されている間中、ワイヤ電極3の座屈が座屈検出装置4q、6cで監視さ

15

れている。制御装置12は、座屈検出装置4q、6cから座屈検出信号を受けたときに、ワイヤ電極3が座屈したと判断する。これは従来公知の座屈監視の機能の1つであるからフローチャートでは省略したが、座屈が検出された場合にもS1000に同様なリトライ動作が行われる。

【0058】S340における挿通成功判断について説明する。ワイヤ電極3が方向変換ローラ9aとスイングローラ9bとの間に到達すると、ワイヤ電極3が両者の間に引き込まれてワイヤ電極3のテンションが上昇する。テンション検出装置5は、このテンション値を検出して判定部17に検出値を出力する。判定部17は、テンション検出値が所定時間後に判定基準値よりも大きくなったときにワイヤ電極3がスイングローラ9bに到達して挿通成功したと判断し、テンション検出値が所定時間内に判定基準値に達しないときにワイヤ電極3がスイングローラ9bに到達せずに挿通失敗したと判断する。

【0059】S340における挿通成功判断は、上記のものに限られない。上記のテンション増加を検出する場合に、方向変換ローラ9aとスイングローラ9bが備えられていない下側送出装置9にあっては、公知のベルト搬出装置のベルトにワイヤ電極が挟持されて搬出され始めたときのテンション増加によっても検出される。また、ワイヤ電極3の送り出し長さによっても検出される。この場合、計数部16は、送出モータ4gが出力するフィードバックパルス数をカウントして、ワイヤ電極3が送り出された長さに相当するカウント値を算出する。比較部14は、ワイヤ電極3が送り出されてからスイングローラ9bに到達するまでの距離に基づいて設定される判定基準値（カウントパルス数）と、計数部16が計数したカウント値とを比較して、ワイヤ電極3先端のスイングローラ9bまでの位置を算出する。判定部17は、この位置によってワイヤ電極3がスイングローラ9bに到達したかどうかを判断する。ただし、到達したことの最終判断は、送り出し長さによる判定に加えて上記テンションの増加が確認されて判断される。

【0060】S350において、ガイドパイプ6bが上昇する。制御装置12は、判定部17からの挿通成功の信号を受け取って昇降装置6eを上昇動作させる。その結果、ガイドパイプ6bが上昇する。この時点では、ワイヤ電極3の先端がスイングローラ9bの下流に位置しているので、ガイドパイプ6bを上昇させてもワイヤ電極3の送り出しに支障がない。こうして、ガイドパイプ6bを早期に上昇動作させることによって、ワイヤ電極3を送り出している間にガイドパイプ6bの上昇動作を完了することができる。その結果、結線動作全体の時間を短縮することができる。なお、このステップS350は、必ずしもS340の後に行う必要が無く、後に説明するS370で行っても良い。本発明の実施形態のベストモードとしては、S340の後に行われる方がよい。

16

【0061】ガイドパイプ6bが上昇する間、制御装置12は、ワイヤ電極3を継続して巻取りローラ10aへ送り出している。好ましくは、ワイヤ電極3の挿入が成功したと判断されたとき、制御装置12は、送出モータ4gをより高速に回転させて、ワイヤ電極3をより高速に送り出す。より好ましくは、方向転換ローラ9aからスイングローラ9bまでの間の図示しない搬送パイプ内でワイヤ電極3を高速流の流体で推進しながら送ると良い。

【0062】S360において、制御装置12は、ワイヤ電極3が巻取りローラ10aに到達したか否かを判断する。以下において、この動作を結線成功判断と称する。図4(D)に示すように、ワイヤ電極3が巻取りローラ10aに到達するとワイヤ電極3のテンションが上昇する。テンション検出装置5は、このテンションを検出して判定部17に検出値を出力する。判定部17は、テンション検出値が所定時間後に判定基準値よりも大きくなったときにワイヤ電極3が巻取りローラ10aに到達して結線成功したと判断し、テンション検出値が所定時間内に判定基準値に達しないときにワイヤ電極3が巻取りローラ10aに到達せずに挿通失敗したと判断する。

【0063】結線が成功すると、S370において、ジェット噴流が停止されるとともに、補助送出ローラ6kが開く。制御装置12は、噴流供給装置6fを停止させるとともに、開閉機構部4pを制御する。

【0064】また、S370において、ガイドパイプ6bと上側ワイヤガイド装置7がオフセットされていた初期位置に戻されるとともに、上側ワイヤガイド7b、7cが閉じる。制御装置12は、図示しないU軸およびV軸モータを動作制御して、ガイドパイプ6bをS310で整列させる前の初期の位置に戻す。同時に、制御装置12が開閉機構部7dに開閉動作させると、通電体7aおよび上側ワイヤガイド7cが初期位置に復帰する。その結果、ワイヤ電極3に通電体7aが接触するとともに、上側ワイヤガイド7b、7cがワイヤ電極3をガイドする。なお、S350で補足したように、ステップS350の動作をS370に含めることもできる。この場合には、ガイドパイプ6bの上昇動作中に上側ワイヤガイド7b、7cを閉じることができないので、ガイドパイプ6bが上側ワイヤガイド7b、7cに干渉しない位置まで上昇した後上側ワイヤガイド7b、7cを閉じることになる。したがって、これら動作が順次動作となるので結線時間の短縮には今ひとつ不十分であるが、こうすることも1つの実施形態である。

【0065】以上のようにして、S800において、自動結線動作が終了する。この後、続けて放電加工動作に移行するときには、制御装置12は、所定のテンションで送出ローラ4fがワイヤ電極3を送り出すように送出モータ4gを動作制御し、所定の速度で巻取りローラ1

10

20

30

40

50

17

0 a がワイヤ電極 3 を排出するように巻取りモータ 1 0 b を速度制御する。一方、放電加工動作に移行しないときには、制御装置 1 2 は、送出モータ 4 g および巻取りモータ 1 0 b を停止させる。

【0066】つぎに、第2モードについて説明する。制御装置 1 2 の動作については、第1モードで説明したものと重複するので、多くを省略した。図5は、この発明のワイヤ電極の自動結線装置における第2モードの結線動作を示すフローチャートである。また、図6は、第2モードの結線動作状態の過程を説明するための図であり、図6 (A) は自動結線を開始した直後の状態を示し、図6 (B) はガイドパイプが加工対象物まで下降した状態を示し、図6 (C) は挿通成功直後の状態を示し、図6 (D) は結線成功直後の状態を示す。

【0067】第2モードは、第1モードによる結線動作では失敗する可能性が高い場合に、第1モードのような結線時間短縮を図らずに、より確実な結線をねらうモードである。上側ワイヤガイド装置 7 が加工対象物 2 a に密着できない場合に、ガイドパイプ 6 b を上側ワイヤガイド装置 7 から下に下降させ、加工対象物 2 a、あるいは下側ワイヤガイド装置 8 に可能な限り接近させてワイヤ電極 3 をより確実に結線する方式である。ガイドパイプ 6 b の下降位置が、離れた位置にある加工対象物 2、あるいは下側ワイヤガイド装置 8 に合わせて任意に設定されるので、ガイドパイプ 6 b を下降する際にワイヤ電極 3 をクランプ装置 6 a でクランプして、ワイヤ電極 3 の下降をガイドパイプ 6 b の下降に合わせる。ただし、クランプ装置の開閉動作に伴い、ワイヤ電極の送り出しの停止、再開の動作が必要となる。また、一部装置の動作が順次に動作させざるを得ない。しかし、結線成功率が向上するので、結果として結線時間の短縮を図ることができる。以下の説明において第1モードと同じ動作は、簡単に説明する。

【0068】S 5 0 0 において第2モードが開始される時、選択部 1 5 は、設定部 1 3 に入力された空中結線の結線状態情報に基づく制御装置 1 2 からの指令信号に従って、第2モードを選択する。

【0069】S 5 1 0 において、ガイドパイプ 6 b が整列され、補助送出ローラ 4 k が閉じられ、ジェット噴流の供給が開始される。図6 (A) に示すように、ガイドパイプ 6 b の中心軸線と挿入孔 2 a の中心とが一致するように、図示しないU軸駆動モータおよびV軸駆動モータが動作制御されて、ガイドパイプ 6 b が挿入孔 2 a の中心に一致する。加えて、この第2モードでは、クランプ装置 6 a が閉じられる。クランプ装置 6 a は、ワイヤ電極 3 をガイドパイプ 6 b と一緒に下降させて、ワイヤ電極 3 がガイドパイプ 6 b より先行して突き出さないようにする。

【0070】また、同じ S 5 1 0 において、先の動作と略同時に（厳密にはわずかに遅れて）ガイドパイプ 6 b

18

が下降するとともにワイヤ電極 3 が送り出される。制御装置 1 2 は、昇降装置 6 e を下降動作させるとともに送出モータ 4 g および補助送出モータ 4 m を回転動作させる。その結果、クランプ装置 6 a がワイヤ電極 3 をクランプした状態で、ガイドパイプ 6 b が下降を開始するとともに、送出ローラ 4 f および補助送出ローラ 4 k がガイドパイプ 6 b の下降速度に合わせてワイヤ電極 3 を送り出す。

【0071】S 5 2 0 において、ガイドパイプ 4 b は加工対象物 2 にできる限り接近した位置で停止する。加工対象物 2 から離れた、あるいは加工対象物 2 のない状態、位置で空中結線をするので、ガイドパイプ 4 b は、加工対象物 2、あるいは下側ワイヤガイド装置 8 にできるだけ近い位置で停止する。ガイドパイプ 4 b が停止するとき、同時にクランプ装置 6 a が開かれ、ワイヤ電極 3 の送り出しが停止する。図6 (B) の状態である。

【0072】S 5 3 0 において、ワイヤ電極 3 が高速に送り出される。制御装置 1 2 は、送出ローラ 4 f および補助送出ローラ 4 k を所定の回転速度で回転してワイヤ電極 3 を送り出す。

【0073】その後、第1モードの S 3 4 0、S 3 6 0 と同様にして、S 5 4 0、S 5 5 0 において挿通成功、結線成功が判断される。図6 (C)、6 (D) に示された状態は、それぞれ挿通成功した直後、結線成功した直後の状態である。

【0074】S 5 5 0 において結線が成功すると、S 5 6 0 において、ジェット噴流が停止し、ガイドパイプ 6 b が上昇するとともに、補助送出ローラ 4 k が開く。また、ガイドパイプ 6 b と上側ワイヤガイド装置 7 が初期の位置に戻される。そして、ガイドパイプ 6 b が上側ワイヤガイド 7 c に干渉しない位置に上昇した後、S 5 7 0 において、上側ワイヤガイド 7 c が閉じる。

【0075】以上のようにして第2モードが行われ、S 8 0 0 において結線動作が完了する。途中で挿通失敗、結線失敗したときには、リトライ動作が行われる。以下に説明するリトライは、1つの実施例である。結線状態に合わせて他のリトライ方式も採用され得る。

【0076】第1モードのステップ S 3 4 0、S 3 6 0 において、または、第2モードのステップ S 5 4 0、S 5 5 0 において、ワイヤ電極 3 の挿通が失敗したか、またはワイヤ電極 3 の結線が失敗したと判断されたときに、S 1 0 0 0 において再度自動結線が行われる。ワイヤ電極 3 が座屈した場合にも S 1 0 0 0 に準じたリトライが行われる。以下、S 1 0 0 0 のリトライ動作について説明するが、このリトライ動作が公知であるから、結線動作状態の過程図を省略して、図7のフローチャートだけで簡単に説明する。通常、リトライした回数をカウントして、回数によってはガイドパイプ 6 b を上昇してワイヤ電極 3 の先端を更新する先端処理を行う。また、座屈後のリトライと、加工中の断線、走行径路外れの

19

リトライとを場合分けして、後者の場合にガイドパイプ 6 b を元の位置に上昇させる動作やブローセンサ 6 i で先端確認する動作などを行う。また、リトライ回数が多い場合に、加工を中断してつぎの加工にスキップする。本説明では、簡略化のために、ガイドパイプ 6 b が下降したままでリトライされるものとして、ガイドパイプ 6 b の昇降動作などの説明が省略されて記載されている。

【0077】S1100において、ジェット噴流が停止されるとともにワイヤ電極 3 の送り出しが停止される。制御装置 12 は、ガイドパイプ 6 b 内にジェット噴流を噴射しないように噴流供給装置 6 f を停止させ、同時に送出ローラ 4 f、補助送出ローラ 4 m を停止させてワイヤ電極 3 の送り出しを停止する。

【0078】S1200において、補助送出ローラ 4 k が開かれる。制御装置 12 は、ピンチローラ 4 n が離間するように開閉機構部 4 p を開く。

【0079】S1300において、ワイヤ電極 3 が巻き戻される。制御装置 12 は、送出ローラ 4 f が送り出した長さ分だけワイヤ電極 3 を巻き戻すように、送出モータ 4 g を逆転動作させる。

【0080】S1400において、ジェット噴流が開始され、補助送出ローラ 4 k が閉じられるとともにクランプ装置 6 a がクランプされる。制御装置 12 は、噴流供給装置 6 f、開閉機構部 4 p、および図示しないエアシリンダを動作させる。

【0081】S1500において、ワイヤ電極が所定量送り出されて弛み付けが行われる。弛みは、図 6 (B) を流用して説明すると、上側座屈検出装置 4 q と下側座屈検出装置 6 c の間に形成される。弛みに必要な所定量の送り出しが終了するとワイヤ電極 3 の送り出しが停止する。制御装置 12 は、ワイヤ電極 3 が所定量送り出されるように送出モータ 4 g を動作させてから停止する。

【0082】S1600において、クランプ装置 6 a が開かれる。アンクランプされたワイヤ電極 3 は、ジェット噴流の流れに乗って一気に挿入孔 2 a、あるいは下側ワイヤガイド 8 b に挿通される。制御装置 12 は、図示しないエアシリンダを動作させる。

【0083】S1700において、ワイヤ電極の高速送り出しが開始される。制御装置 12 は、送出モータ 4 g と補助送出モータ 4 m とを動作させる。

【0084】こうして、S1000のリトライによってワイヤ電極 3 が再び送り出された後、再び S340、または S540 以下のステップが行われる。S1000のリトライ動作をすることによって、あらかじめ弛んでフリーになっているワイヤ電極 3 がジェット噴流に乗って一気に挿入孔 2 a、または下側ワイヤガイド 7 b に挿通する。

【0085】以上説明したワイヤ電極の自動結線装置とその自動結線方法は、例えば、上記 2 つの結線モードに他の結線モードを加えて、結線成功率向上、結線時間短

20

縮を図ることもできる。

【0086】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によって以下に記載するような効果がある。

【0087】1) 自動結線の態様に対応する、密着結線と空中結線とを区別して設定可能にして、結線時間短縮を優先した第 1 モードと、結線成功率を優先した第 2 モードとを選択して自動結線を行えるので、密着結線では、自動結線時間を大幅に短縮できるとともに、空中結線では、確実な結線ができるので、いずれの自動結線の態様であっても結線効率を向上させることができる。

【0088】2) 特に、第 1 モードでは、ガイドパイプの下降距離が一定であり、かつストロークが小さいことから、ワイヤ電極が送り出されるとともにガイドパイプが下降するときに、ワイヤ電極をクランプしなくてもワイヤ電極がガイドパイプに先行して突き出すことがないようにあらかじめ調整することできる。これによって、クランプ装置そのものおよび関係する装置の動作を省くとともにそれらの装置の同時動作を行えるので、自動結線時間の短縮化を図ることができる。

【0089】3) また、第 1 モードで、挿通成功したときにガイドパイプが上昇開始するようにした場合、ガイドパイプの上昇にかかる時間がワイヤ電極の送出時間内に含まれ、さらに上側ワイヤガイドを早期に閉じることができるので、自動結線時間の短縮化を図ることができる。

【0090】4) また、上側ワイヤガイド 7 が自動結線前の段階で開いた状態を維持するために、自動結線開始後の結線動作を略同時に行うことができる。これによって自動結線時間の短縮化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明に係るワイヤ電極の自動結線装置を備えるワイヤカット放電加工装置の構成図である。

【図 2】この発明に係るワイヤ電極の自動結線装置の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 3】この発明に係るワイヤ電極の自動結線装置の第 1 モードの動作を説明するためのフローチャートである。

【図 4】この発明に係るワイヤ電極の自動結線装置における第 1 モードの結線動作状態の過程を説明するための図であり、図 4 (A) は自動結線を開始した直後の状態を示し、図 4 (B) はガイドパイプが加工対象物まで下降した状態を示し、図 4 (C) は挿通成功直後の状態を示し、図 4 (D) は結線成功直後の状態を示す。

【図 5】この発明に係るワイヤ電極の自動結線装置の第 2 モードの動作を説明するためのフローチャートである。

【図 6】この発明に係るワイヤ電極の自動結線装置における第 2 モードの結線動作状態の過程を説明するための図であり、図 6 (A) は自動結線を開始した直後の状態

を示し、図6 (B) はガイドパイプが加工対象物まで下降した状態を示し、図6 (C) は挿通成功直後の状態を示し、図6 (D) は結線成功直後の状態を示す。

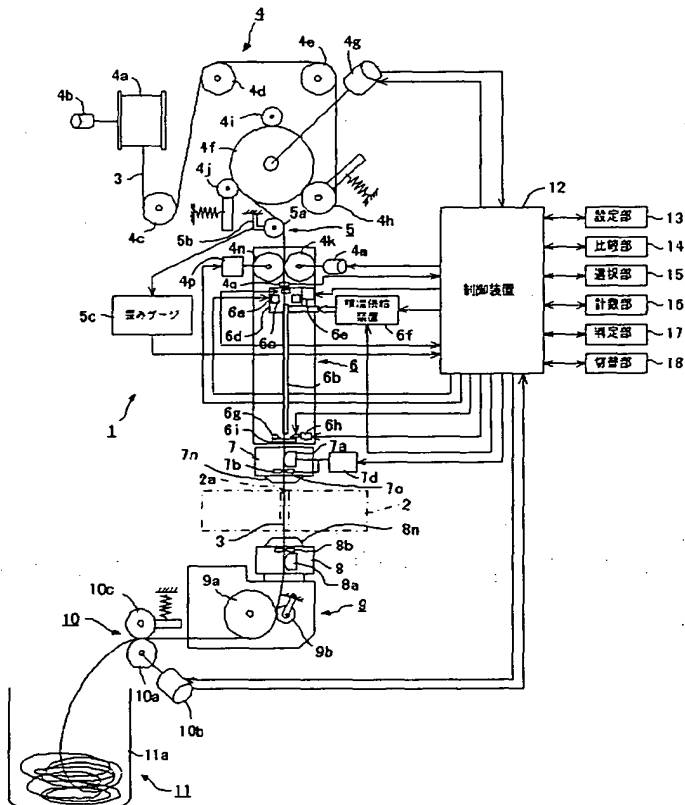
【図7】 この発明に係るワイヤ電極の自動結線装置のリトライ動作を説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

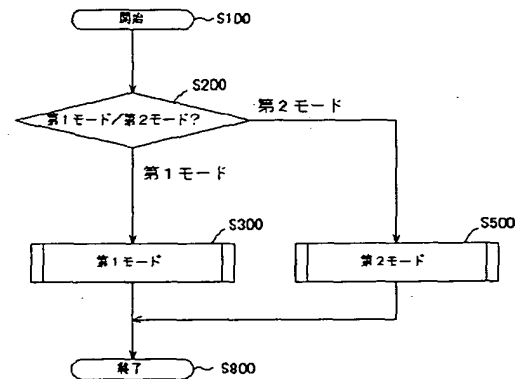
- 1 ワイヤカット放電加工装置
- 2 加工対象物
- 2 a 挿入孔
- 3 ワイヤ電極
- 4 ワイヤ電極供給装置
- 4 f 送出ローラ
- 4 g 送出モータ
- 4 k 補助送出ローラ
- 4 m 補助送出モータ
- 5 テンション検出装置
- 6 自動結線装置本体

- 6 a クランプ装置
- 6 b ガイドパイプ
- 6 e 昇降装置
- 6 f 噴流供給装置
- 7 上側ワイヤガイド装置
- 7 b, 7 c 上側ワイヤガイド
- 8 下側ワイヤガイド装置
- 9 下側送出装置
- 10 排出装置
- 12 制御装置
- 13 設定部
- 14 比較部
- 15 選択部
- 16 計数部
- 17 判定部
- 18 切替部

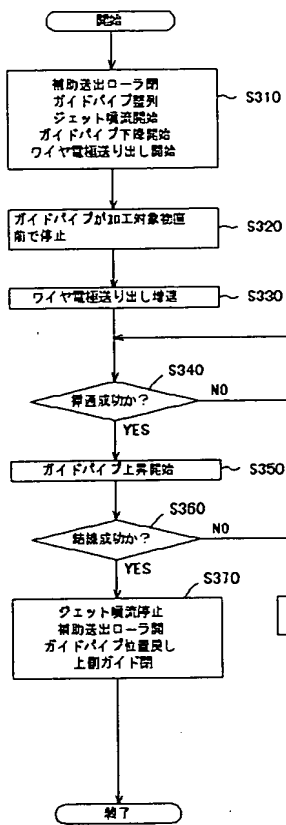
【図1】



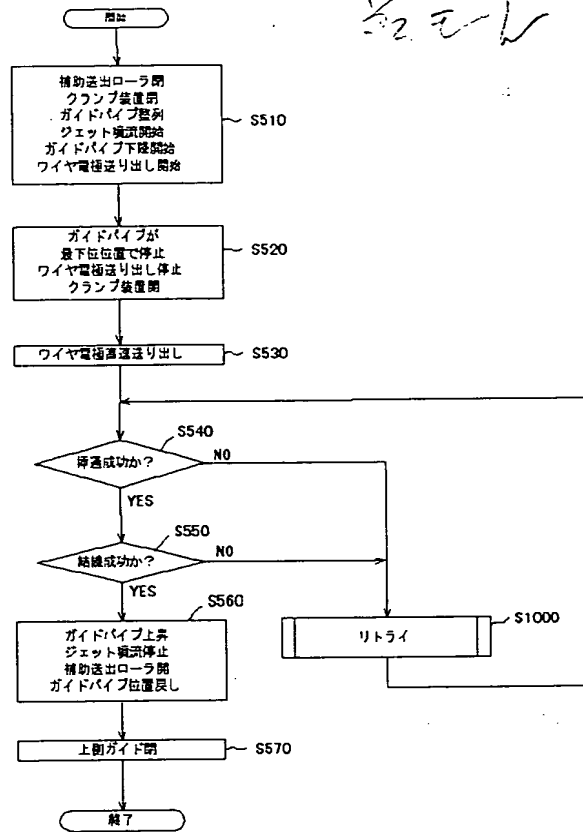
【図2】



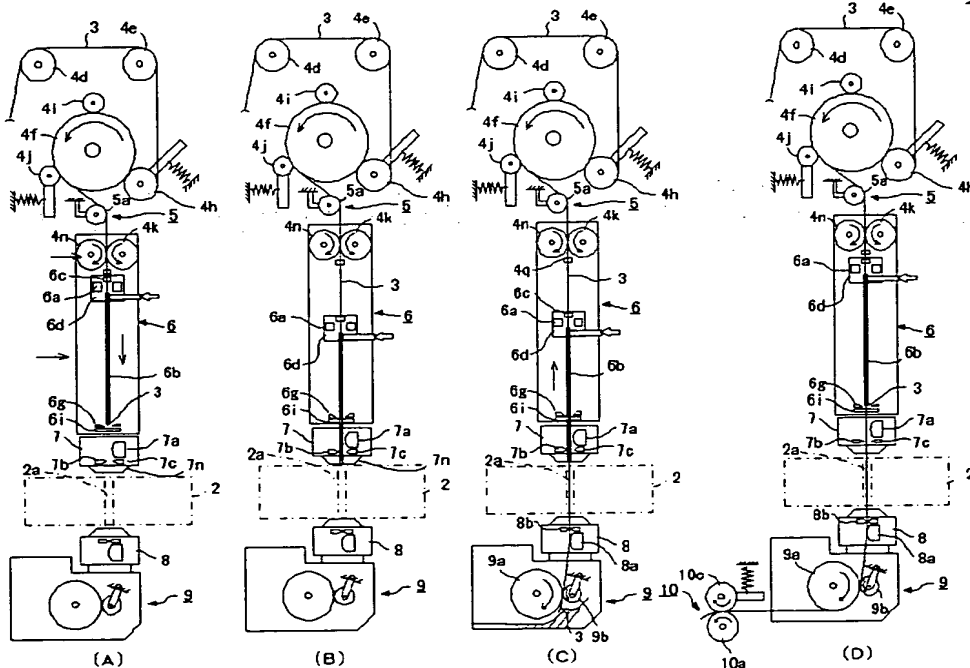
【図3】



【図5】



【図4】



第 2-1

